

Requested Patent: EP0490375A1  
Title: MULTI-AXIS-MULTI-UP-NC-CONTROL FOR MACHINE TOOLS. ;  
Abstracted Patent: EP0490375 ;  
Publication Date: 1992-06-17 ;  
Inventor(s): HEESEMANN JUERGEN (DE) ;  
Applicant(s): HEESEMANN JUERGEN (DE) ;  
Application Number: EP19910121307 19911212 ;  
Priority Number(s): DE19904039771 19901213 ;  
IPC Classification: B23Q15/06 ; G05B19/18 ;  
Equivalents: DE4039771, ES2087957T

ABSTRACT:

A machine control for machine elements to be accurately positioned, comprising a central control system and position sensors (6), the output signals of which are compared with set points and are used for generating control signals for a power section (13) for driving at least one motor (1), allows a much reduced wiring complexity and a transmission of measurement values which is more insensitive to interference due to the fact that a processor (8), connected to the central control, is arranged in the immediate vicinity of the motor (1) and of the position sensors (6) and evaluates the output signals of the position sensors (6) and generates the control signals for the power section (13) of the motor (1).



# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

②① Anmeldenummer: 91121307.2

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>: **G05B 19/18**, B23Q 15/06

② Anmeldetag: 12.12.91

③ Priorität: 13.12.90 DE 4039771

④<sup>3</sup> Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
17.06.92 Patentblatt 92/25

Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL

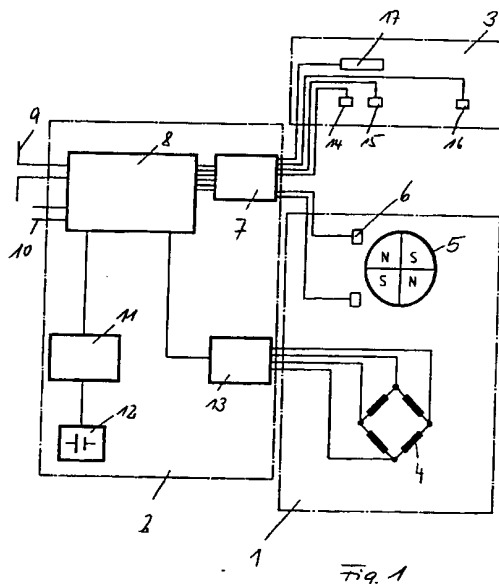
**71 Anmelder: Heesemann, Jürgen**  
**Rotkehlchenweg 6**  
**W-4970 Bad Oeynhausen(DE)**

(72) Erfinder: Heesemann, Jürgen  
 Rotkehlchenweg 6  
 W-4970 Bad Oeynhausen(DE)

74 Vertreter: Lins, Edgar, Dipl.-Phys.  
Patentanwälte Gramm + Lins  
Theodor-Heuss-Strasse 2  
W-3300 Braunschweig(DE)

**⑤4 Multiachsen-multi-uP-NC-Regelung für Werkzeugmaschinen.**

(57) Eine Maschinensteuerung für genau zu positionierende Maschinenelemente mit einer zentralen Steuerung und mit Positionssensoren (6), deren Ausgangssignale mit Sollwerten verglichen werden und zur Erzeugung von Steuersignalen für einen Leistungsteil (13) zum Treiben wenigstens eines Motors (1) dienen, erlaubt erheblich verringerten Verdrahtungsaufwand und eine störungsunanfälligere Übertragung von Meßwerten dadurch, daß in unmittelbarer Nähe des Motors (1) und der Positionssensoren (6) ein mit der zentralen Steuerung verbundener Prozessor (8) angeordnet ist, der die Ausgangssignale der Positionssensoren (6) auswertet und die Steuersignale für den Leistungsteil (13) des Motors (1) generiert.



**EP 0 490 375 A1**

Die Erfindung betrifft eine Maschinensteuerung für genau zu positionierende Maschinenelemente mit einer zentralen Steuerung, und mit Positionssensoren, deren Ausgangssignale mit Sollwerten verglichen werden und zur Erzeugung von Steuerungssignalen für einen Leistungsteil zum Treiben wenigstens eines Motors dienen.

Es ist bekannt, für Positionieraufgaben Antriebe einzusetzen, die lange Fahrwege im Eilgang zurücklegen und im Schleichgang dann in die gewünschte Position verbracht werden. Die erforderlichen Schaltimpulse werden dadurch erzeugt, daß die Position des betreffenden Maschinenelementes durch Positionssensoren festgestellt und mit einer Sollposition verglichen wird. Hierzu werden die Meßsignale der Positionssensoren zur zentralen Steuerung geleitet und mit den dort eingegebenen Sollwerten verglichen. Für die Übertragung der Meßsignale, die unter Umständen über große Kabellängen erfolgen muß, müssen umfangreiche Abschirmmaßnahmen vorgenommen werden, insbesondere wenn die Meßsignale in der Nähe von leistungsführenden Kabeln übertragen werden, so daß Störimpulse das Meßergebnis verfälschen können. Üblicherweise werden die Endanschläge für jede Positionierachse durch Endschalter überwacht. Auch diese Meßsignale werden zur zentralen Steuerung übertragen.

Für nur etwas größere Maschinenanlagen wie beispielsweise Holzbearbeitungsmaschinen wird der Verdrahtungsaufwand erheblich und der Verkabelungsaufwand in dem Schaltschrank der zentralen Steuerung groß und schnell unübersichtlich.

Ausgehend von dieser Problemstellung ist eine Maschinensteuerung der Eingangs erwähnten Art dadurch gekennzeichnet, daß in unmittelbarer Nähe des Motors und der Positionssensoren ein mit der zentralen Steuerung verbundener Prozessor angeordnet ist, der die Ausgangssignale der Positionssensoren auswertet und die Steuerungssignale für den Leistungsteil des Motors generiert.

Die erfindungsgemäße Maschinensteuerung reduziert die Aufgabe der zentralen Steuerung darauf, einen Fahrbefehl für das Maschinenelement bzw. den damit verbundenen Motor zu generieren und zu übertragen, während die Ausführung dieses Fahrbefehls bis zur exakten Positionierung von dem Prozessor ausgeführt und überwacht wird. Das hat zur Folge, daß der Verkabelungsaufwand zwischen der zentralen Steuerung und dem Prozessor neben der Stromversorgung auf eine Datenleitung reduziert werden kann und daß die kurzen Verbindungen zwischen den Positionssensoren, dem Prozessor und dem Leistungsteil eine störungsunanfällige und wenig aufwendige Verkabelung erlauben.

Die Erfindung ist insbesondere vorteilhaft, wenn eine Vielzahl von durch Motore positionierba-

ren Maschinenelemente gesteuert werden, wobei erfindungsgemäß jedem Motor ein Prozessor zugeordnet ist und jeder Prozessor mit der zentralen Steuerung verbunden ist.

Die Positionssensoren können vorzugsweise einen Geber für die Drehbewegung des Motors darstellen. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Motore als bürstenlose Gleichstrommotore mit einem integrierten Positionsgeber ausgebildet sind und der Positionsgeber des Motors als Positionssensor verwendet wird. Der Positionsgeber hat bei dem bürstenlosen Gleichstrommotor die Aufgabe, den Erregerstrom zu kommutieren. Der Positionsgeber läßt sich als Positionssensor verwenden, wenn die Summe der detektierten Drehbewegungen gebildet wird und vorzugsweise in einem Speicher ablegbar ist. Vorzugsweise errechnet der Prozessor aus den detektierten Drehbewegungen die absolute Position des jeweiligen Maschinenelementes und legt den ermittelten Wert in dem Speicher ab.

In einer zweckmäßigen mechanischen Anordnung sind der Prozessor und die Leistungsstufen in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht, das vorzugsweise an das Motorengehäuse angesetzt ist. Das gemeinsame Gehäuse kann aus gut wärmeleitendem Material bestehen und liegt dann zweckmäßiger Weise über kleinflächige Kontaktflächen an dem Motorengehäuse an. Die Ableitung der Wärme der Leistungsstufe, die aus wenigstens einem Leistungstransistor gebildet sein kann, kann in einfacher Weise dadurch geschehen, daß die Leistungsstufe an einer nicht dem Motorengehäuse abgewandten Wand des gemeinsamen Gehäuses flach anliegend befestigt ist.

Das erfindungsgemäße Konzept sieht somit eine Aufteilung der Steuerungsaufgaben vor, die teilweise in der zentralen Steuerung und teilweise dezentral für jeden Stellmotor erledigt werden. Die zentrale Steuerung hat dabei die Aufgabe, eingegebene Sollpositionen in die Sollsignale für jede Stellachse des Maschinenelementes umzuwandeln und daraus die entsprechende Sollposition für die betreffende Achse des Maschinenelementes zu ermitteln. Der sich hieraus ergebende Fahrauftrag für den betreffenden Stellmotor des Maschinenelementes wird durch das dezentrale, dem Stellmotor zugeordnete Steuerungsteil erledigt.

Besonders zweckmäßig ist die erwähnte Ausnutzung der Positionsgeber von bürstenlosen Gleichstrommotoren als Positionssensoren, da diese gleich im Motor integriert vorhanden sind. Alternativ dazu ist es natürlich möglich, auch die Drehungen am Getriebe, an der Motorspindel o. ä. durch einen Drehinkremental- oder Absolutgeber zu ermitteln und auf kurzem Wege zum dezentralen Steuerungsteil zu übermitteln.

Die Erfindung soll im folgenden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispi-

les näher erläutert werden. Es zeigen:

**Figur 1** eine schematische Darstellung eines dezentralen Steuerungsteils mit externen Sensoren und einem gesteuerten Stellmotor mit einem Positiongeber

**Figur 2** eine Seitenansicht auf das Gehäuse eines Stellmotors mit einem angeflanschten gemeinsamen Gehäuse für den Leistungsteil und den Prozessor

Das in **Figur 1** dargestellte elektrische Schema repräsentiert einen Stellmotor 1, ein Steuerungsteil 2 und ein Sensorteil 3.

Der Motor weist vier stromdurchflossene Wicklungen 4 auf, die einen Stator bilden, in dem ein im Querschnitt mit vier Quadranten magnetisch ausgebildeter Rotor 5 rotiert. Der Rotor 5 wird von zwei stationären Positionsgebern 6 überwacht, die beispielsweise als Hall-Elemente ausgebildet sind und das vom Rotor ausgehende Magnetfeld detektieren, um dessen momentane Stellung relativ zu den Spulen 4 zu detektieren. Die Positionssignale der Positionsgeber 6 gelangen über eine Anpassungsschaltung 7 in dem dezentralen Steuerungsteil 2 auf einen Prozessor 8. Der Prozessor 8 ist mit einer außerhalb des dezentralen Steuerungsteiles 2 verlaufenden Datenbusleitung verbunden und erhält seine Versorgungsspannung über Leitungen 10, die aus dem dezentralen Steuerungsteil 2 herausführen. Der Prozessor 8 ist in der Lage, aus den von den Positionsgebern 6 festgestellten Drehungen des Rotors 5 - nach einer Nullpunkt-Einstellung - die absolute Position des mit dem Motor 1 praktisch schlupffrei verbundenen Maschinenelements zu bestimmen. Die bestimmte Position wird in einem Speicher 11 des dezentralen Funktionsteiles 2 abgespeichert, wobei der abgespeicherte Wert 11 durch eine Pufferbatterie 12, falls erforderlich, gegen Flüchtigkeit gesichert ist. Über die Datenbusleitung 9 erhält der Prozessor 8 den Fahrauftrag für den Motor 1, um das vom Motor 1 bewegte Maschinenelement in eine Sollposition zu bringen. Durch die über den Positionsgeber 6 festgestellte momentane Position kann der Prozessor 8 einen Vergleich zwischen Soll- und Ist-Positionen vornehmen und daraus ein Steuersignal für einen Leistungsteil 13 generieren. Der Leistungsteil 13 ist über kurze Leitungen mit den Erregerwicklungen 4 des Motors 1 verbunden und sorgt für eine weitere Drehung des Rotors 5, um das von dem Motor 1 bewegte Maschinenelement der Soll-Position näher zu bringen.

Das Sensorteil 3 enthält drei Sensoren 14, 15, 16, die entlang der durch den Motor 1 bedienten Bewegungsachse des Maschinenelementes angeordnet sind und als Endstellungssensoren 14, 16 und Nullpunkt-Sensor 15 fungieren. Ein weiterer

Sensor 17 kann in Ergänzung oder anstelle des Positionsgebers 6 die Drehbewegungen des Motors 1, beispielsweise an einem Getriebe oder an der Motorspindel, detektieren und über die Anpassungsschaltung 7 dem Prozessor 8 mitteilen.

**Figur 2** zeigt eine vorteilhafte Anordnung des dezentralen Steuerungsteils 2 in einem metallischen Gehäuse 18, das mit kleinen Kontaktflächen 19 an ein Motorengehäuse 20 angeschraubt ist. Das teilweise geschnitten dargestellte Gehäuse 18 beherbergt gemeinsam den Prozessor 8 mit seiner Peripherieschaltung und einen Leistungstransistor, der den Leistungsteil 13 repräsentiert. Ein Anschlußbauteil 19 stellt den Anschluß zur Datenbusleitung 9 und Speisespannungsleitung 10 her.

Schematisch sind die durch eine Bohrung der an den Kontaktflächen 19 aneinanderliegenden Gehäuse 18, 20 durchgeführten elektrischen Leitungen 21 angedeutet.

Die Leitungen von den Positionsgebern 6 und von dem Leistungsteil 13 zu den Erregerwicklungen des Motors 1 können mit einer minimalen Länge ausgeführt sein und unterliegen daher praktisch keinen Störeinflüssen.

**Figur 2** läßt eine Abtriebsspindel 21 des Motors 1 erkennen auf der ein Zahnrad 22 drehfest befestigt ist, das seinerseits einen Zahnriemen 23 treibt, der zur möglichst schlupffreien Transmission der Drehbewegung der Spindel 21 auf ein Stellgetriebe dient.

Die Funktion des Prozessors 8 besteht im wesentlichen in der Bearbeitung der Schnittstellen zu den Sensoren und der Datenbusleitung, einem Zählvorgang für die Drehinkremente, die beispielsweise von den Positionsgebern 6 oder von dem Inkrementalgeber 17 erzeugt werden, in einer Pulsbreitenmodulation für die Steuerung des Leistungsteiles 13 und einer Geschwindigkeitssteuerung für den Rotor 5 des Motors 1. Die übrigen Steuerungsaufgaben werden in der (nicht dargestellten) zentralen Steuerung der Maschinen vorgenommen.

Das dezentrale Steuerungsteil 2 kann über zusätzliche Ein- und Ausgänge verfügen, über die eine manuelle Eingabe von Befehlen möglich ist. Dabei kann der Prozessor 8 ggf. so ausgebildet sein, daß er auf die Eingangssignale selbst reagieren kann oder die zentrale Steuerung kann vorgeben, wie der Prozessor 8 arbeiten muß, wenn der zusätzliche Eingang oder Ausgang betätigt wird. Auf diese Weise läßt sich die Handhabung der Steuerung flexibel erweitern.

Es ist zweckmäßig, den Leistungsteil 13 mit einer eigenen Stromversorgung zu versehen, die unabhängig von der Stromversorgung für den Prozessor 8 und die Sensoren 6, 14, 15, 16, 17 ist. Dadurch ist es möglich, in einem Notfall die Leistungsstufe 13 als Treiber des Motors 1 stillzusetzen und dem Prozessor 8 weiterhin eine Positions-

bestimmung des (auslaufenden) Motors 1 zu erlauben.

#### Patentansprüche

1. Maschinensteuerung für genau zu positionierende Maschinenelemente mit einer zentralen Steuerung und mit Positionssensoren (6), deren Ausgangssignale mit Sollwerten verglichen werden und zur Erzeugung von Steuersignalen für einen Leistungsteil (13) zum Treiben wenigstens eines Motors (1) dienen, **dadurch gekennzeichnet**, daß in unmittelbarer Nähe des Motors (1) und der Positionssensoren (6) ein mit der zentralen Steuerung verbundener Prozessor (8) angeordnet ist, der die Ausgangssignale der Positionssensoren (6) auswertet und die Steuersignale für den Leistungsteil (13) des Motors (1) generiert. 5
2. Maschinensteuerung nach Anspruch 1 für eine Vielzahl von durch Motore (1) positionierbaren Maschinenelementen, **dadurch gekennzeichnet**, daß jedem Motor (1) ein Prozessor (8) zugeordnet ist und das jeder Prozessor (8) mit der zentralen Steuerung verbunden ist. 10
3. Maschinensteuerung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Positionssensoren (6) einen Geber für die Drehbewegung des Motors (1) darstellen. 15
4. Maschinensteuerung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Motor (1) als bürstenloser Gleichstrommotor mit einem Positionsgeber (6) ausgebildet ist und daß der Positionsgeber (6) des Motors (1) als Positionssensor verwendet wird. 20
5. Maschinensteuerung nach Anspruch 3 oder 4, **gekennzeichnet** durch einen Summenbilner für die detektierten Drehbewegungen. 25
6. Maschinensteuerung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Prozessor (8) aus den detektierten Drehbewegungen die absolute Position des jeweiligen Maschinenelementes errechnet und den ermittelten Wert in einem Speicher (11) ablegt. 30
7. Maschinensteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Prozessor (8) und der Leistungsteil (13) in einem gemeinsamen Gehäuse (18) untergebracht sind. 35
8. Maschinensteuerung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das gemeinsame 40

Gehäuse (18) an das Motorengehäuse (20) angesetzt ist.

9. Maschinensteuerung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß das gemeinsame Gehäuse (18) aus gut wärmeleitendem Material besteht und über kleinflächige Kontaktflächen (19) an dem Motorengehäuse (20) anliegt. 45
10. Maschinensteuerung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Leistungsteil (13) an einer nicht dem Motorengehäuse (20) zugewandten Wand des gemeinsamen Gehäuses (18) flach anliegend befestigt ist. 50
11. Maschinensteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Leistungsteil (13) mit einer gesonderten Stromversorgung verbunden ist, die im Notfall separat abschaltbar ist. 55

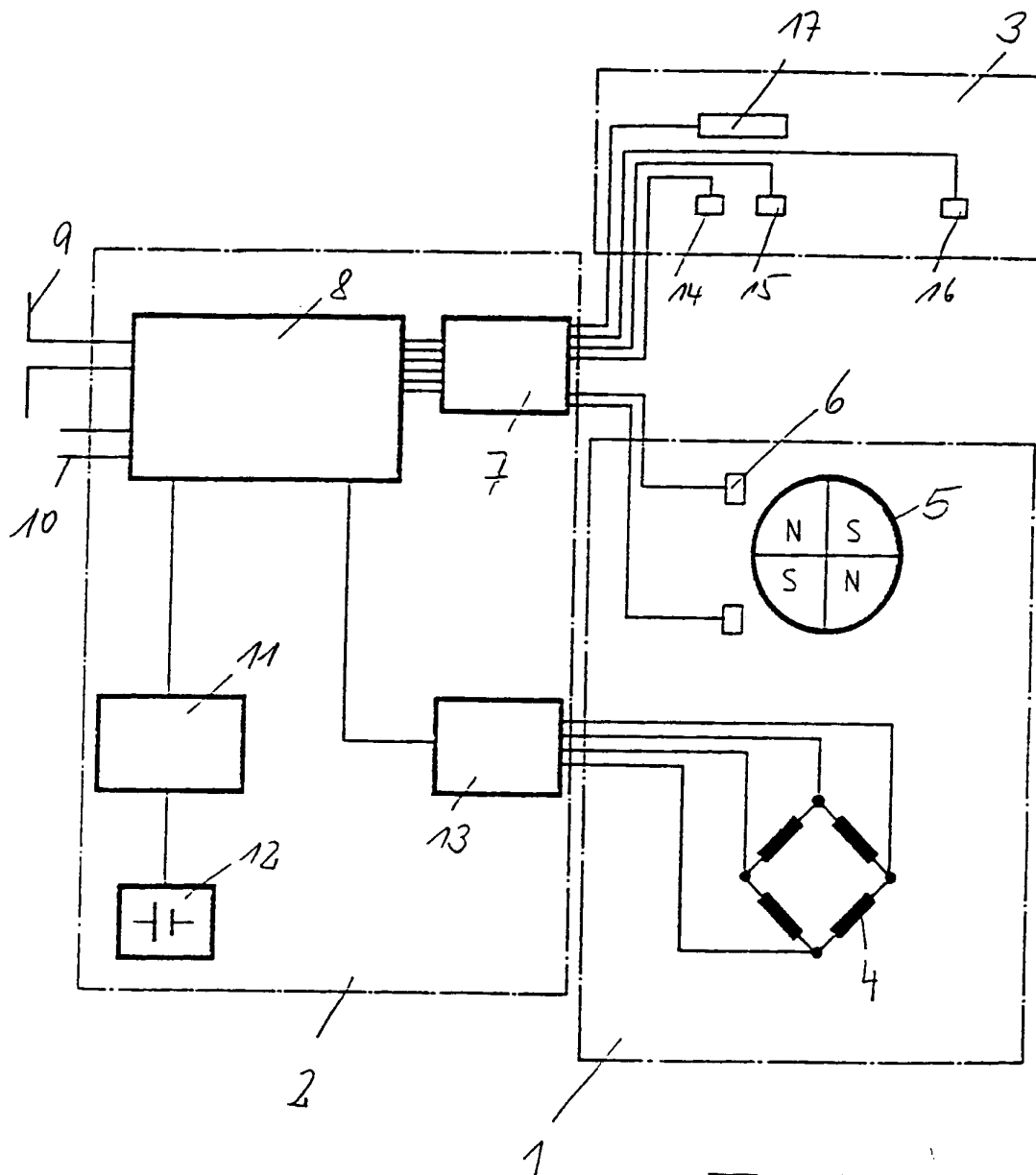


Fig. 1

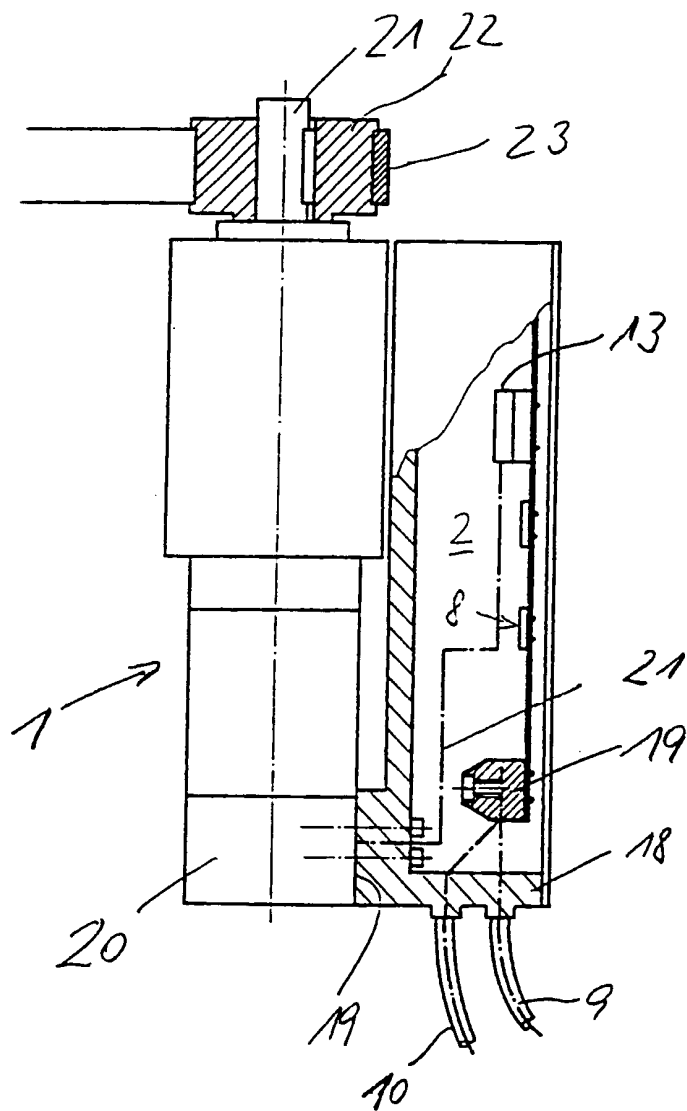


Fig. 2



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 91121307.2
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
X	<u>WO - A - 91/06 901</u> (SHULTZ)	1-3	G 05 B 19/18 B 23 Q 15/06
A	* Zusammenfassung ; Fig. 2; ergänzte Ansprüche 16,17; Seite 30 *	4-11	
A	--- <u>WO - A - 89/05 484</u> (FANUC/KOKURA)	1-11	
	* Zusammenfassung; Fig. 1; Seite 5, Zeilen 4-18 *		
A	--- <u>FR - B - 2 467 659</u> (GFM)	1-11	
	* Fig. 1,3; Anspruch 1 *		
	-----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)
			B 23 Q 15/00 G 05 B 19/00
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 26-02-1992	Prüfer BLASL
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</b>			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
O : nichtschriftliche Offenbarung			
P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	